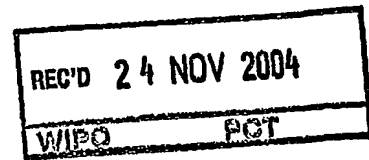


**BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

DE 04/2021

**PRIORITY  
DOCUMENT**SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung****Aktenzeichen:**

103 42 493.8

**Anmeldetag:**

12. September 2003

**Anmelder/Inhaber:**Clausthaler Umwelttechnik-Institut GmbH  
(CUTEC-Institut), 38678 Clausthal-Zellerfeld/DE**Bezeichnung:**

Brennstoffzelle und Brennstoffzellenmodul hierzu

**IPC:**

H 01 M 8/24

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 13. Oktober 2004  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
Der Präsident  
Im Auftrag

**BEST AVAILABLE COPY**  
Schmidt C.



**GRAMM, LINS & PARTNER**  
**Patent- und Rechtsanwaltssozietät**  
 Gesellschaft bürgerlichen Rechts

GRAMM, LINS & PARTNER GbR, Theodor-Haus-Str. 1, D-38122 Braunschweig

Clausthaler  
 Umwelttechnik-Institut GmbH  
 (CUTEC-Institut)  
 Leibnizstraße 21 + 23

38678 Clausthal-Zellerfeld

**Braunschweig:**

Patentanwalt Prof. Dipl.-Ing. Werner Gramm \*\*  
 Patentanwalt Dipl.-Phys. Dr. jur. Edgar Lins \*\*  
 Rechtsanwalt Hanns-Peter Schrammek <sup>□</sup>  
 Patentanwalt Dipl.-Ing. Thorsten Rehmann \*\*  
 Rechtsanwalt Christian S. Drzymalla <sup>□</sup>  
 Patentanwalt Dipl.-Ing. Hans Joachim Gerstein \*\*  
 Rechtsanwalt Stefan Risthaus  
 Patentanwalt Dipl.-Ing. Kai Störnebel <sup>□</sup>

**Hannover:**

Patentanwältin Dipl.-Chem. Dr. Martina Läufer \*\*  
 Patentanwalt Dipl.-Biochem. Dr. Rolf Kröncke \*\*

\* European Patent Attorney  
 \* European Trademark Attorney  
 □ zugelassen am LG und OLG Braunschweig

Ihr Zeichen/Your ref.:

Unser Zeichen/Our ref.:

2781-008 DE-1

Datum/Date

12. September 2003

**Brennstoffzelle und Brennstoffzellenmodul hierzu**

Die Erfindung betrifft ein Brennstoffzellenmodul mit einer Vielzahl alternierend übereinander gestapelter permeabler Anoden- und Kathodenplatten, mit Elektrolytmaterial zwischen benachbarten Anoden- und Kathodenplatten, und mit Anschlüssen an den Anoden- und Kathodenplatten zur Zu- und Abfuhr von Gas und Brennstoff.

Die Erfindung betrifft weiterhin eine aus mindestens zwei derartigen Brennstoffzellenmodulen gebildete Brennstoffzelle.

Brennstoffzellen zur Erzeugung elektrischer Energie durch elektrochemische Reaktion von Brennstoff und Gas sind hinreichend bekannt und werden beispielsweise zur Versorgung von Gebäuden oder Fahrzeugen eingesetzt. Bei den sogenannten „Solid Oxide Fuel Cells“ SOFC wird eine Zelle eines Brennstoffzellenmoduls aus übereinandergeschichteter permeabler Anodenplatte, impermeabler Elektrolyt-Zwischenschicht und permeabler Kathodenplatte gebildet. Durch die Kathodenplatte wird Sauerstoff und durch die Anodenplatte Brennstoff, z.B.  $H_2 + CO$ , geleitet. Dabei wandern negativ geladene Sauerstoffionen von der Kathodenplatte durch die ionenleitende Elektrolyt-Zwischenschicht und reagieren in

Antwort bitte nach / please reply to:

**Hannover:**

Koblenzer Straße 21  
 D-30173 Hannover  
 Bundesrepublik Deutschland  
 Telefon 0511 / 988 75 07  
 Telefax 0511 / 988 75 09

**Braunschweig:**

Theodor-Haus-Straße 1  
 D-38122 Braunschweig  
 Bundesrepublik Deutschland  
 Telefon 0531 / 28 14 0-0  
 Telefax 0531 / 28 140 28

der Anodenplatte mit dem Wasserstoff, wodurch Wasser gebildet wird ( $2\text{H}_2 + 2\text{O}^- \Rightarrow 4\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O}$ ). Von der Kathodenplatte werden entsprechend der vier an dem elektrischen Anschluss der Anodenplatte abgegebenen Elektroden vier Elektroden aufgenommen ( $\text{O}_2 + 4\text{e}^- \Rightarrow 2\text{O}^-$ ). Das Wasser reagiert mit dem Methangas, wobei Wasserstoff und Kohlendioxid gebildet wird ( $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \Rightarrow \text{H}_2 + \text{CO}_2$ ). Am Auslass der Anodenplatten wird Wasser und Kohlendioxid sowie Wärme abgegeben ( $\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ ).

Herkömmlicherweise werden zur Erhöhung der Ausgangsspannung die einzelnen Zellen der Brennstoffzellenmodule sowie die Brennstoffzellenmodule einer Brennstoffzelle in Reihe geschaltet.

Bei den erforderlichen Stapeln mit etwa 30 und mehr Zellschichten und den auftretenden hohen Temperaturen und Temperaturschwankungen treten Probleme mit der Gasdichtigkeit und der elektrischen Leistungsabnahme durch Degradation auf. Zudem ist die Temperatursteuerung von etwa 850 bis 950°C problematisch. In den unterschiedlichen Metall- und Keramikschichten kann es zudem zu Spannungsrissen aufgrund von Temperaturschwankungen kommen.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein verbessertes Brennstoffzellenmodul mit einer Vielzahl alternierend übereinander gestapelter permeabler Anoden- und Kathodenplatten, mit Elektrolytmaterial zwischen benachbarten Anoden- und Kathodenplatten, und mit Anschlüssen an den Anoden- und Kathodenplatten zur Zu- und Abfuhr von Gas und Brennstoff sowie eine aus mindestens zwei solchen Brennstoffzellenmodul gebildete Brennstoffzelle zu schaffen.

Die Aufgabe wird mit dem gattungsgemäßen Brennstoffzellenmodul erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Anodenplatten elektrisch parallel und die Kathodenplatten elektrisch parallel geschaltet sind.

Im Unterschied zu den herkömmlichen Brennstoffzellenmodulen mit seriell geschalteten Zellen wird vorgeschlagen, die Zellen parallel zu schalten. Dies hat zwar zunächst den Nachteil, dass die Spannung des Brennstoffzellenmoduls geringer als bei der herkömmlichen Serienschaltung ist. Der mit der Parallelschaltung verbundene Vorteil ergibt sich je-

doch daraus, dass nunmehr die Gas- und Brennstoffzufuhr und -abfuhr an den jeweiligen Stirnseiten der Anoden- und Kathodenplatten jeweils zusammengefasst werden kann. Ein kritischer einzelner Anschluss der Anoden- und Kathodenplatten an eine Gas- und Brennstoffzu- bzw. -abfuhrleitung kann somit entfallen.

5

Durch das Übereinanderstapeln mehrerer Anoden- und Kathodenplatten werden im Vergleich zu Einzellenmodulen die funktionellen Flächen verdoppelt, da die Ober- und Unterseite der Anoden- und Kathodenplatten für die elektrochemische Kopplung genutzt werden.

10

Vorzugsweise haben die Anoden- und Kathodenplatten eine rechteckige Grundfläche mit im Verhältnis zu den Stirnseiten längeren Längsseite, wobei die Anodenplatten parallel zueinander und die Kathodenplatten parallel zueinander ausgerichtet sind. Die Anoden- und Kathodenplatten sind zentriert angeordnet und die Längsachsen der Anodenplatten im Winkel versetzt zu den Längsachsen der Kathodenplatten ausgerichtet. Damit kann an jeder Seitenfläche des Brennstoffzellenmoduls eine einzige Zu- oder Abfuhrleitung für Gas oder Brennstoff angeordnet werden.

15

Besonders vorteilhaft für die getrennte Anordnung der Zu- und Abfuhranschlüsse ist es, wenn die Anoden- und Kathodenplatten kreuzartig zentriert angeordnet sind, wobei die Längsachsen der Anodenplatten im rechten Winkel zu den Längsachsen der Kathodenplatten ausgerichtet sind.

20

Die Anodenplatten und Kathodenplatten haben vorzugsweise jeweils sich in Längsrichtung erstreckende parallele Röhren zur Durchleitung von Gas oder Brennstoff. Die Röhren münden an den Stirnseiten der Anoden- und Kathodenplatten aus und können dort mittels metallischer Anschlussstutzen mit Zufuhr- oder Abfuhranschlüssen für Gas oder Brennstoff kommunizieren. Die an einer gemeinsamen Stirnseite jeweils befindlichen Anschlussstutzen sind dabei elektrisch parallel geschaltet und an eine gemeinsame Zuleitung oder Ableitung angeschlossen.

25

30

Es ist vorteilhaft, wenn an den Stirnseiten in den Räumen zwischen den übereinanderliegenden Anschlussenden der Anoden- oder Kathodenplatten elektrisch leitendes Füllmaterial eingebracht ist, das die Räume vollständig ausfüllt. Dann kann die gemeinsame Zulei-

16

4

tung oder Ableitung einen sich über die Höhe des Brennstoffzellenmoduls und die Breite der zugeordneten Stirnseite erstreckenden Anschlussstutzen haben, so dass die Anoden- und Kathodenplatten trotz möglicher Temperaturschwankungen zuverlässig gasdicht angeschlossen werden können.

5

Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn die Anodenplatten und die Kathodenplatten auf den Oberflächen der rechteckigen Grundfläche eine elektrisch isolierende ionenleitende Elektrolytschicht haben. Die Elektrolytschicht kann beispielsweise aus der Brennstoffzellentechnologie hinreichend bekanntes 8YSR oder ScSZ aufweisen.

10

Zwischen übereinander angeordneten Anodenplatten und Kathodenplatten kann zudem jeweils eine elektrisch isolierende, ionenleitende Zwischenschicht angeordnet sein. Damit wird die Permeabilität für Ionen erhöht und eine „Sollbruchstelle“ im thermischen Gradienten geschaffen. Die Zwischenschicht kann beispielsweise aus der Brennstoffzellentechnologie bekanntes Nickel-8YSR oder  $\text{CeO}_2/\text{Ni}$  aufweisen.

15

Die Anodenplatten können in bekannter Weise aus Cermet-Material, insbesondere Nickel-Cermet, und die Kathodenplatten aus Keramik-Material, insbesondere Perowskit (LSM bzw.  $\text{La}_x\text{Sr}_y\text{Ca}_z\text{MnO}_3$ ) durch Brennen nach dem Formen von mit parallelen Röhren versehenen Plattenrohlingen gebildet werden.

20

Das Problem der relativ geringen Spannung der Brennstoffzellenmodule kann mit einer Leistungselektronikschaltung mit einem Strom-Spannungswandler zur Spannungsanhebung gelöst werden.

25

Die Aufgabe wird weiterhin mit einer Brennstoffzelle gelöst, indem mindestens zwei Brennstoffzellenmodule der vorhergehend beschriebenen Art elektrisch in Reihe geschaltet sind. Dabei werden die Brennstoffzellenmodule vorzugsweise übereinander gestapelt.

Die Erfindung wird nachfolgend beispielhaft anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

- 5 Fig. 1 - eine perspektivische Ansicht des Schichtaufbaus einer Einzelzelle aus Anodenplatte, Kathodenplatte, Elektrolytmaterial und Zwischenschichten;
- Fig. 2 - eine perspektivische Ansicht eines Brennstoffzellenmoduls mit einer Vielzahl alternierend kreuzweise übereinandergestapelter Einzelzellen;
- 10 Fig. 3 - eine perspektivische Ansicht eines Brennstoffzellenmoduls mit kreuzweise übereinander gestapelten, parallel geschalteten Anoden- und Kathodenplatten und mit Anschlussstutzen an den Stirnseiten des Brennstoffzellenmoduls für die Gas- und Brennstoffzufuhr;
- 15 Fig. 4 - eine perspektivische Ansicht einer Brennstoffzelle mit einer Vielzahl übereinander gestapelter in Reihe geschalteter Brennstoffzellenmodule.

20 Die Figur 1 lässt eine perspektivische Ansicht des Schichtaufbaus einer Einzelzelle als Grundeinheit eines Brennstoffzellenmoduls erkennen, das im Wesentlichen aus einer kreuzweise übereinandergeschichteten Anodenplatte 1 und Kathodenplatte 2 mit dazwischen angeordnetem Elektrolytmaterial 3 aufgebaut ist.

25 Es ist jeweils eine Zwischenschicht 4 auf der Fläche zwischen Elektrolytmaterial 3 und Anodenplatte 1 bzw. Kathodenplatte 2 vorgesehen. Durch die Zwischenschichten 4 werden die Grenz Widerstände zwischen Elektrolytmaterial 3 und Anodenplatte 1 bzw. Kathodenplatte 2 reduziert, die Permeabilität erhöht und eine „Sollbruchstelle“ im thermischen Gradienten geschaffen, so dass die Anoden- und Kathodenplatten 1, 2 bei unterschiedlicher Ausdehnung aufgrund thermischer Belastung unbeeinträchtigt bleiben.

30 Die Anoden- und Kathodenplatten 1, 2 haben in bekannter Weise integrierte parallel verlaufende Röhren 5 zur Durchleitung von Gas G oder Brennstoff B. Die Anodenplatten 1 können beispielsweise aus Ni-8YSZ-Cermet und die Kathodenplatten 2 aus Perowskit (LaSrCaMnO<sub>3</sub>) gebrannt sein. Die Zwischenschicht 4 kann beispielsweise als Mischkathode aus 8YSZ-Perowskit oder ScSZ-Perowskit gebildet sein. Als Elektrolytmaterial 3 ist

6

8 YSR oder ScSZ geeignet. Die genannten Materialien sind aus der Brennstoffzellentechnologie hinreichend bekannt.

Mit Hilfe eines metallischen Leitgitters 6 auf der Oberseite der oberen Kathodenplatte 2 und auf der Unterseite der unteren Kathodenplatte 2 kann die effektive Leitfähigkeit  $\sigma_K$  der Kathode erhöht und in Balance zur Leitfähigkeit  $\sigma_A$  der Anodenplatte 1 gebracht werden. Als Leitgitter 6, sogenannte Interkonnektoren, können beispielsweise chromhaltige Stähle eingesetzt werden.

Das Problem besteht nämlich darin, dass die Leistungsfähigkeit einer Einzelzelle maßgeblich durch die geringe Elektronenleitfähigkeit einer rein keramischen Kathode aus LSM bestimmt und begrenzt ist. Der Stromfluss durch das Elektrolytmaterial 4 und durch eine Kathodenplatte 2 kann mit Hilfe der spezifischen Leitfähigkeiten  $\sigma$  wie folgt gefasst werden:

15

für das Elektrolytmaterial:  $I_E = U_E / R_E = (\sigma_E \times A_E / d_E) \times U_E$

für die Kathodenplatte:  $I_K = U_K / R_K = (\sigma_K \times A_K / d_K) \times U_K$

20 mit den Variablen

$I$  = Strom,

$U$  = Spannungsabfall,

$R$  = elektrischer Widerstand,

$\sigma$  = spezifische elektrische Leitfähigkeit,

25  $A$  = elektrisch leitende Querschnittsfläche, und

$d$  = Wegstrecke des elektrischen Widerstandes.

30

Da beide Ströme  $I_E$  durch das Elektrolytmaterial 4 und  $I_K$  durch die Kathodenplatte 2 identisch sein müssen, gilt nach Auflösung der obigen Gleichungen nach der elektrisch wirksamen Fläche der Kathodenplatte 2:

$$A_K = (\sigma_E / \sigma_K) \times (d_K / d_E) \times (U_E / U_K) \times A_E.$$

13

7

Für den Fall, dass die Kathodenplatte 2 nur aus LSM (z.B. Perowskit) hergestellt würde, ergäbe sich mit dem entsprechenden Werten für typische Leitfähigkeiten bei 1.000°C

$$\sigma_E = \sigma_{YSZ} \approx 20 \text{ S/m}$$

5

$$\sigma_K = \sigma_{LSM} \approx 20 \cdot 10^{-3} \text{ S/m}$$

und den geometrischen Daten der Einzelzelle

$$d_E = 100 \text{ } \mu\text{m}$$

$$d_K \approx 10 \text{ cm}$$

10

sowie einem typischen Verhältnis von

$$U_E / U_K \approx 1 \dots 10$$

15

ein Wert von:

$$A_{LSM} = (20 \text{ S/m} / 20 \cdot 10^{-3} \text{ S/m}) \times (10 \cdot 10^{-4} \text{ m} / 10^{-2} \cdot 10^{-6} \text{ m}) \times (U_E / U_K) \times A_{YSZ}$$

20

$$A_{LSM} = (10^{-3-1+2}) \times (U_E / U_K) \times A_{YSZ}$$

$$A_{LSM} / A_{YSZ} \approx 1 \dots 10.$$

25

Der leitende Querschnitt einer Kathodenplatte 2 aus LSM sollte somit etwa zehnmal größer sein, als der leitende Querschnitt des Elektrolytmaterials 4, um denselben Strom I durchleiten zu können. Es müsste also entweder der Querschnitt  $A_K$  der Kathodenplatte 2 oder ihre spezifische Leitfähigkeit  $\sigma_K$  um mehrere Größenordnungen angehoben werden. Da eine Vergrößerung des Querschnitts der Kathodenplatte 2 alleine nicht möglich ist, muss die effektive Leitfähigkeit  $\sigma_{K,eff}$  der Kathodenplatte 2 erhöht und in Balance zur Leitfähigkeit der Anodenplatte 1 gebracht werden. Hierzu können hoch chromhaltige Stähle als metallische Leitgitter 6 eingesetzt werden. Für solche Stähle ergeben sich Werte von

30



$\sigma_K = 2 \cdot 10^6 \text{ S/m}$  bei  $1.000^\circ\text{C}$ . Daraus folgt, dass der relevante Term in der oben genannten Gleichung

$$A_K = (\sigma_E / \sigma_K) \times (d_K / d_E) \times (U_E / U_K) \times A_E.$$

- 5 akzeptable Größenordnungen erreicht:

$$A_K = 10^{-5-1+4} \times (U_E / U_K) \times A_{YSZ}$$

$$A_{LSM} / A_{YSZ} \approx 10^{-1} \dots 10^{-2}.$$

10 Das bedeutet, dass bei einer typischen Elektrolytfläche von etwa  $100 \text{ cm}^2$  das metallische Leitgitter 6 eine Querschnittsfläche von etwa 1 bis  $10 \text{ cm}^2$  annehmen müsste.

- 15 Die Figur 2 lässt eine Ausführungsform eines Brennstoffzellenmoduls mit einer Vielzahl kreuzweise gestapelter Anoden- und Kathodenplatten 1, 2 mit dazwischen liegender Elektrolytmaterial-Schicht 3 erkennen. In dem Ausführungsbeispiel sind jeweils zwei Kathodenplatten 2 mit einer zwischenliegenden nicht elektronenleitenden Schicht übereinander angeordnet, um die Leitfähigkeit anzupassen.

- 20 Aus den Figuren 1 und 2 ist erkennbar, dass die Anodenplatten 1 mit ihrer Längsachse in einem Winkel von etwa  $90^\circ$  gedreht zu der Längsachse der Kathodenplatten 2 angeordnet sind, so dass im Uhrzeigersinn gesehen die Stirnseiten der Anodenplatten 1 mit den Zufuhranschlüssen zu den Röhren 5, die Stirnseiten der Kathodenplatten 2 mit den Zufuhranschlüssen zu den Röhren 5, die Stirnseiten der Anodenplatten 1 mit den Abfuhranschlüssen zu den Röhren 5, und die Stirnseiten der Kathodenplatten 2 mit den Abfuhranschlüssen zu den Röhren 5 jeweils um  $90^\circ$  versetzt zueinander sind. Es ist also möglich auf jeder Stirnseite eines Brennstoffzellenmoduls jeweils einen einzigen Anschlussstutzen für die Gaszufuhr, die Gasabfuhr, die Brennstoffzufuhr oder die Brennstoffabfuhr vorzusehen. Zudem können die Anodenplatten 1 elektrisch parallel geschaltet und die Kathodenplatten 2 ebenfalls parallel zueinander geschaltet werden.
- 25
- 30

125

Die daraus resultierende geringe Ausgangsgleichspannung des Brennstoffzellenmoduls mit hoher Stromstärke im Vergleich zur herkömmlichen Serienschaltung kann durch eine Leistungselektronikschaltung mit Leistungshalbleitern kompensiert werden.

- 5 Die Figur 3 lässt ein Brennstoffzellenmodul 7 in perspektivischer Explosionsansicht erkennen, bei dem eine Vielzahl (vorzugsweise etwa jeweils 7) Anodenplatten 1 und Kathodenplatten 2 kreuzweise übereinandergestapelt sind. Die Elektrolyt- und Zwischenschichten 3, 4 sind nicht dargestellt. Es wird deutlich, dass in den Räumen zwischen den übereinanderliegenden Anschlüssen der Anoden- und Kathodenplatten 1, 2 elektrisch leitendes Füllmaterial 8 eingebracht ist, dass die Räume vollständig ausfüllt. Als Füllmaterial kann ein den Anoden- bzw. Kathodenplatten 1, 2 entsprechendes Material oder ein metallischer Schwamm oder metallischer Filz eingesetzt werden.

- 15 Durch die kreuzartige Architektur des Brennstoffzellenmoduls können die Anodenplatten 1 und Kathodenplatten 2 durch Anschlussstutzen 9 beispielsweise in Form metallischer Buchsen (ferritische Stähle) kompakt einheitlich versorgt sowie jeweils elektrisch parallel geschaltet werden. Dabei erfolgt die Zu- und Ableitung der Gase bzw. Brennstoffe für die Anodenplatten 1 und Kathodenplatten 2 getrennt mit Zu- und Abluftleitungen 10. Dies ist bei Brennstoffzellen systembedingt erforderlich. Die Anschlussstutzen der Anodenplatten 20 1 sind der Übersichtlichkeit halber nicht dargestellt, entsprechen aber den skizzierten Anschlussstutzen 9 für die Kathodenplatten 2. Die Anschlussstutzen 9 sollten korrosionsfest sein, obwohl das Produktwasser in den Anodenplatten 1 bei den im Betrieb vorherrschenden hohen Temperaturen kontinuierlich ausgetragen wird.

- 25 Vorteilhaft ist es, wenn eine Luftkühlung zum Austrag des Produktwassers genutzt würde. Dabei könnte auch eine Nutzung der Kondensationsenergie erfolgen.

- 30 Die Figur 4 lässt eine perspektivische Ansicht einer Brennstoffzelle mit einer Vielzahl übereinander gestapelter in Reihe geschalteter Brennstoffzellenmodule 7 erkennen. Es wird deutlich, dass die Zufuhr B-IN von Brennstoff, beispielsweise von  $\text{H}_2\text{CO}$ , Methan oder Methanol o.ä., durch die Zufuhrleitung 10 des Anschlussstutzens 9 der Anodenplatten 1 erfolgt. Die Abfuhr des Brennstoffs nach der Reaktion, d.h.  $\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 + \text{Wärme}$  erfolgt an der gegenüberliegenden Stirnseite der Anodenplatten 1. Die Zufuhr von Luft ( $\text{O}_2$ ) erfolgt durch die Zufuhrleitung 10 des Anschlussstutzens 9 der Kathodenplatten 2 und die Abfuhr

*16*

10

von entreicherter Luft O<sub>2</sub> und von Wärme erfolgt an der gegenüberliegenden Stirnseite der Kathodenplatten 2.

- 5 Damit ist eine einfache Gasversorgung der Brennstoffzellenmodule 7 mit Luft von der einen Stirnseite und mit Brennstoff von der anderen um 90° versetzten Stirnseite auf nur zwei unterschiedlichen Wegen und eine entsprechende Abfuhr von Luft und Produktgas möglich. Hierdurch wird eine erhebliche Reduktion der Problematik der Gasdichtigkeit durch Reduzierung der Anzahl von Anschlüssen erreicht, da nicht mehr jede Anoden- und Kathodenplatte 1, 2 einzeln versorgt werden muss. Zudem können die Brennstoffzellen-
- 10 module 7 in der Brennstoffzelle in einem Gehäuse so untergebracht werden, dass eine permanente äußere Spülung um die Anschlussstutzen 9 herum nicht nur eine Kühlung – ein Energiemanagement – ermöglicht, sondern auch leichte, betriebsphasenbedingte Undichtigkeiten der Anschlussstutzen 9 tolerabel sein lässt.
- 15 Die Abnahme der elektrischen Leistung kann über die metallischen Anschlussstutzen 9 beispielsweise mit Druckkontakten realisiert werden. Die Spannung beträgt dabei etwa 0,7 bis 1 Volt pro Brennstoffzellenmodul mit parallel geschalteten Einzelzellen. Der Strom beträgt etwa 50 Ampere pro Brennstoffzellenmodul. Durch eine Reihenschaltung einer Vielzahl von Brennstoffmodulen 7 in einer Brennstoffzelle kann die Spannung auf etwa 10 Volt
- 20 angehoben werden, ohne dass erhebliche strukturelle Probleme hinsichtlich Montage, Wartung und Betriebssicherheit in Kauf genommen werden müssen. Da die Parallelschaltung in den Brennstoffzellenmodulen 7 einen vollständigen Ausfall sehr unwahrscheinlich sein lässt, gewährleistet die Reihenschaltung der Brennstoffzellenmodule 7 dennoch einen relativ stabilen Betrieb.

25

JG

## Zusammenfassung

Bei einem Brennstoffzellenmodul (7) mit einer Vielzahl alternierend übereinander gestapelter permeabler Anoden- und Kathodenplatten (1, 2), mit Elektrolytmaterial (3) zwischen benachbarten Anoden- und Kathodenplatten (1, 2), und mit Anschlüssen an den Anoden- und Kathodenplatten (1, 2) zur Zu- und Abfuhr von Gas (G) und Brennstoff (B) sind die Anodenplatten (1) elektrisch parallel und die Kathodenplatten (2) elektrisch parallel geschaltet.

10

Bezug zur Figur 3

JG

**GRAMM, LINS & PARTNER**  
**Patent- und Rechtsanwaltssozietät**  
Gesellschaft bürgerlichen Rechts

GRAMM, LINS & PARTNER GbR, Theodor-Haus-Str. 1, D-38122 Braunschweig

Clausthaler  
Umwelttechnik-Institut GmbH  
(CUTEC-Institut)  
Leibnizstraße 21 + 23

38678 Clausthal-Zellerfeld

**Braunschweig:**

Patentanwalt Prof. Dipl.-Ing. Werner Gramm \*\*  
Patentanwalt Dipl.-Phys. Dr. Jur. Edgar Lins \*\*  
Rechtsanwalt Hanns-Peter Schramm <sup>□</sup>  
Patentanwalt Dipl.-Ing. Thorsten Rehmann \*\*  
Rechtsanwalt Christian S. Drzymalla <sup>□</sup>  
Patentanwalt Dipl.-Ing. Hans Joachim Gerstein \*\*  
Rechtsanwalt Stefan Risthaus  
Patentanwalt Dipl.-Ing. Kai Stornabel <sup>□</sup>

**Hannover:**

Patentanwältin Dipl.-Chem. Dr. Martina Läuffer \*\*  
Patentanwalt Dipl.-Böchem. Dr. Rolf Kröncke \*\*

\* European Patent Attorney  
\*\* European Trademark Attorney  
<sup>□</sup> zugelassen am LG und OLG Braunschweig

Ihr Zeichen/Your ref.:

Unser Zeichen/Our ref.:  
2781- 008 DE-1

Datum/Date  
12. September 2003

**Patentansprüche**

1. Brennstoffzellenmodul (7) mit einer Vielzahl alternierend übereinander gestapelter permeabler Anoden- und Kathodenplatten (1, 2), mit Elektrolytmaterial (3) zwischen benachbarten Anoden- und Kathodenplatten (1, 2), und mit Anschlüssen an den Anoden- und Kathodenplatten (1, 2) zur Zu- und Abfuhr von Gas (G) und Brennstoff (B), **dadurch gekennzeichnet, dass die Anodenplatten (1) elektrisch parallel und die Kathodenplatten (2) elektrisch parallel geschaltet sind.**
2. Brennstoffzellenmodul (7) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass die Anoden- und Kathodenplatten (1, 2) eine rechteckige Grundfläche mit im Verhältnis zu den Stirnseiten längeren Längsseiten haben, wobei die Anodenplatten (1) parallel zueinander und die Kathodenplatten (2) parallel zueinander ausgerichtet sind, und wobei die Längsachsen der Anodenplatten (1) im Winkel versetzt zu den Längsachsen der Kathodenplatten (2) ausgerichtet sind.**

Antwort bitte nach / please reply to:

**Hannover:**

Koblenzer Straße 21  
D-30173 Hannover  
Bundesrepublik Deutschland  
Telefon 0511 / 988 75 07  
Telefax 0511 / 988 75 09

**Braunschweig:**

Theodor-Haus-Strasse 1  
D-38122 Braunschweig  
Bundesrepublik Deutschland  
Telefon 0531 / 28 14 0-0  
Telefax 0531 / 28 140 28

5

2

3. Brennstoffzellenmodul (7) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Anoden- und Kathodenplatten (1, 2) kreuzartig zentriert angeordnet sind, wobei die Längsachsen der Anodenplatten (1) im rechten Winkel zu den Längsachsen der Kathodenplatten (2) ausgerichtet sind.

4. Brennstoffzellenmodul (7) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Anodenplatten (1) und Kathodenplatten (2) jeweils sich in Längsrichtung erstreckende parallele Röhren (5) zur Durchleitung von Gas (G) oder Brennstoff (B) haben.

5. Brennstoffzellenmodul (7) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass metallische Anschlussstutzen (9) an den Stirnseiten der Anodenplatten (1) und Kathodenplatten (2) angeordnet sind, die mit den parallelen Röhren (5) jeweils zur Zufuhr (IN) oder Abfuhr (OUT) von Gas (G) oder Brennstoff kommunizieren, wobei die an einer gemeinsamen Stirnseite jeweils befindlichen Anschlussstutzen (9) elektrisch parallel geschaltet und an eine gemeinsame Zu- oder Ableitung (10) angeschlossen sind.

6. Brennstoffzellenmodul (7) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass an den Stirnseiten in den Räumen zwischen den übereinanderliegenden Anschlüssen der Anoden- oder Kathodenplatten (1, 2) elektrisch leitendes Füllmaterial (8) eingebracht ist, das die Räume vollständig ausfüllt.

7. Brennstoffzellenmodul (7) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die gemeinsame Zu- oder Ableitung (10) einen sich über die Höhe des Brennstoffzellenmoduls (7) und über die Breite der zugeordneten Stirnseite erstreckenden Anschlussstutzen (9) hat.

8. Brennstoffzellenmodul (7) nach einem der vorgehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Anodenplatten (1) und die Kathodenplatten (2) auf den Oberflächen der rechteckigen Grundfläche eine elektrisch isolierende, ionenleitende Elektrolytschicht (3) haben.

3

9. Brennstoffzellenmodul (7) nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Elektrolytschicht (3) 8YSR oder ScSZ aufweist.
- 5 10. Brennstoffzellenmodul (7) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen übereinander angeordneten Anodenplatten (1) und Kathodenplatten (2) jeweils eine elektrisch isolierende, Ionenleitende Zwischenschicht (4) angeordnet ist.
- 10 11. Brennstoffzellenmodul (7) nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zwischenschicht (4) Nickel-8YSR oder  $\text{CeO}_x/\text{Ni}$  aufweist.
12. Brennstoffzellenmodul (7) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anodenplatten (1) Nickel-Cermet aufweisen.
- 15 13. Brennstoffzellenmodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kathodenplatten Perowskit ( $\text{La}_x\text{Sr}_y\text{Ca}_z\text{MnO}_3$ ) aufweisen.
- 20 14. Brennstoffzellenmodul (7) nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit einer Leistungselektronikschaltung mit einem Strom-Spannungswandler zur Spannungsanhebung.
- 25 15. Brennstoffzelle mit mindestens zwei Brennstoffzellenmodulen (7) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Brennstoffzellenmodule (7) elektrisch in Reihe geschaltet sind.
16. Brennstoffzelle nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Brennstoffzellenmodule (7) übereinander gestapelt sind.

JG

12

1/4

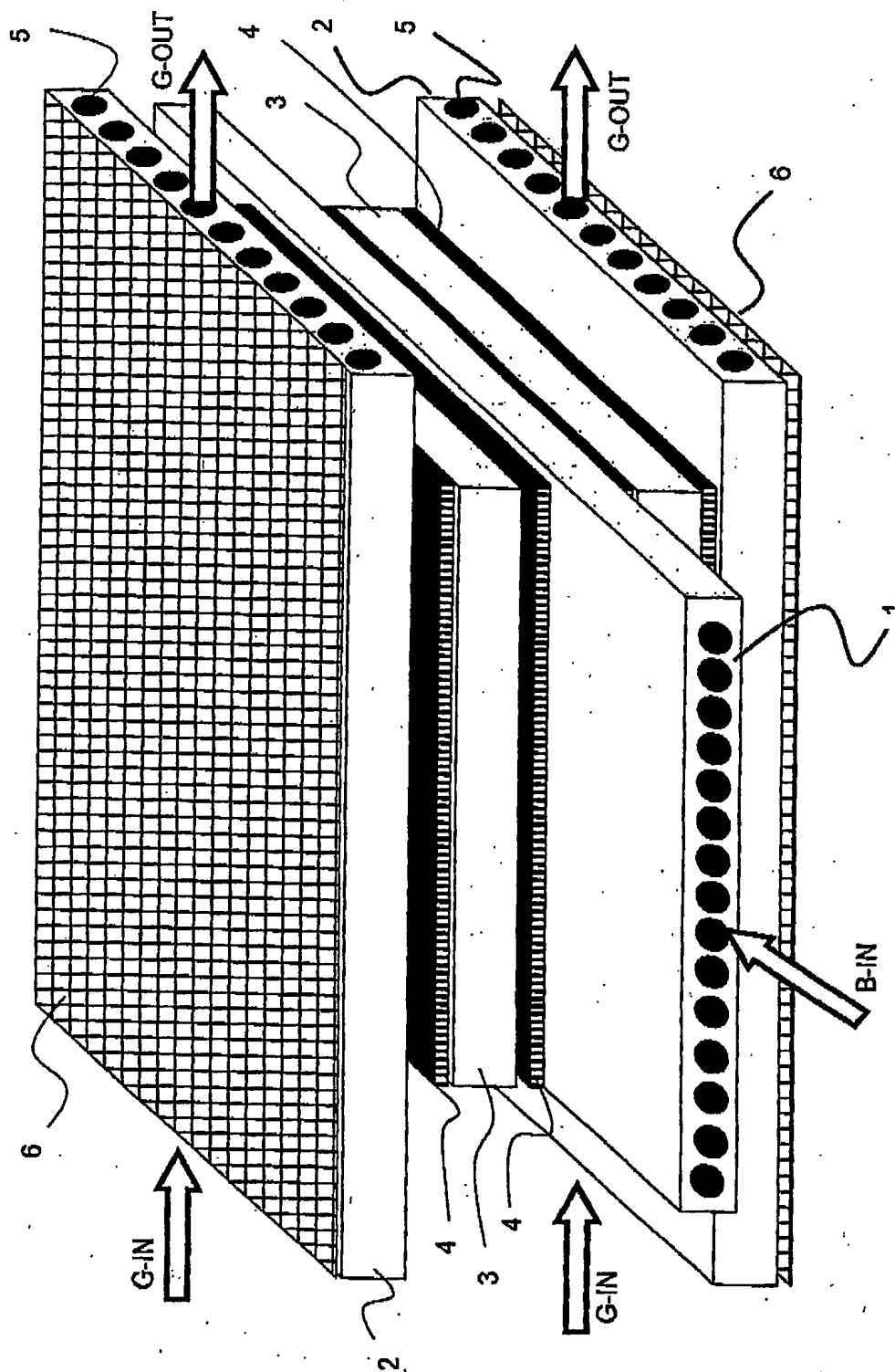
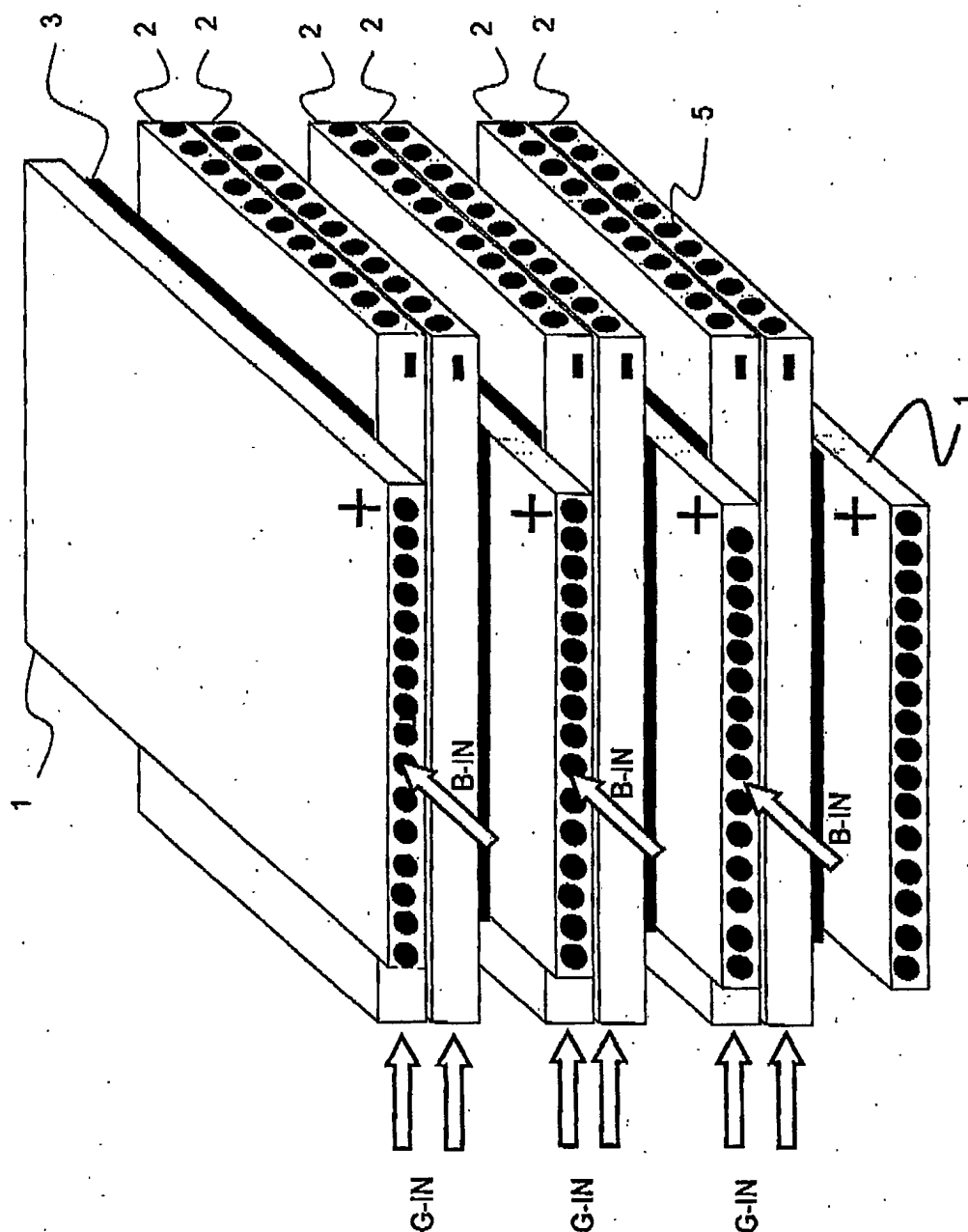


Fig. 1



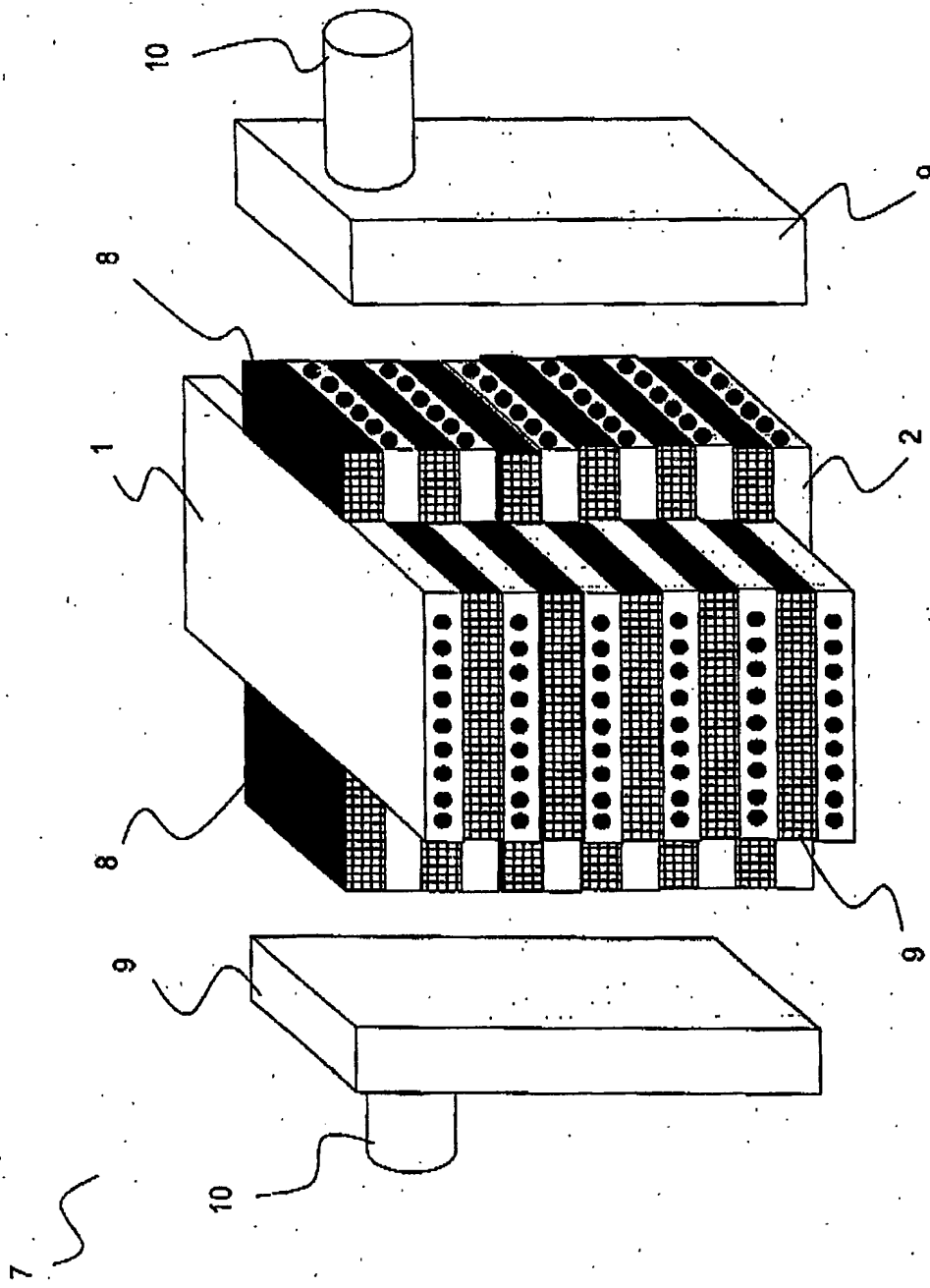
**Fig. 2**



19

3/4

Fig. 3



4/4

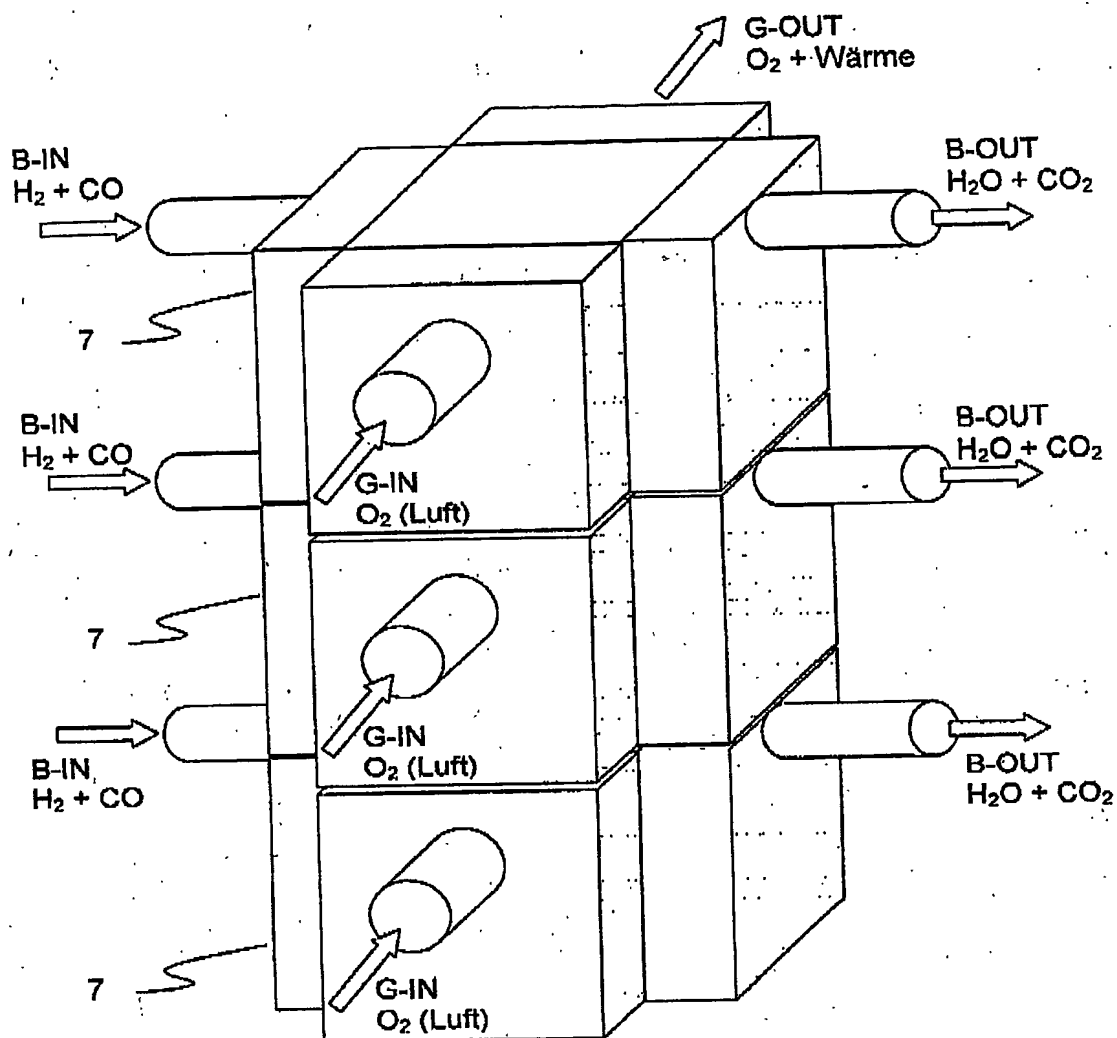


Fig. 4

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**